

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-252734

(43)Date of publication of application : 14.09.2000

(51)Int.Cl.

H01Q 3/24

H04B 7/08

H04B 7/10

(21)Application number : 11-055652

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 03.03.1999

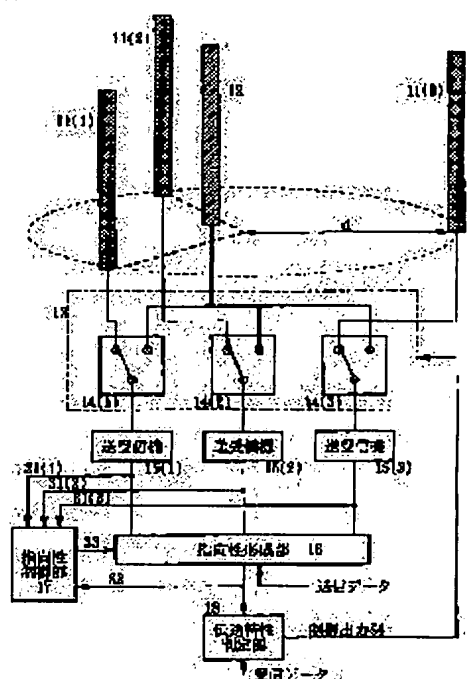
(72)Inventor : CHO KEIZO
NISHIMORI KENTARO
TAKATORI TAJI
HORI TOSHIKAZU

(54) ANTENNA SYSTEM FOR BASE STATION FOR MOBILE COMMUNICATION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a base station antenna system for mobile communication where effect of fading due to multi-path failure can be relaxed, the effect of an interference wave is suppressed and reduction in a directivity gain with respect to a desired wave can be avoided.

SOLUTION: The antenna system is provided with a plurality of communication means 15, a 1st set antenna 11 having a plurality of antenna elements of the same number as number of branches of the means 15 and connected to each of the means 15, a 2nd set antenna 12 arranged around the antenna elements of the 1st set antenna 11 and consisting of at least one antenna element, a switch means 13 that selectively switches the antenna elements of the 1st set antenna 11 or the antenna elements of the 2nd set antenna 12 as to one branch or over of a plurality of the communication means 15, a directivity forming section 16 that synthesizes signals whose amplitude and phase are respectively weighted to form an array directivity of the antenna system, and a directivity control section 17 that calculates the weight of the amplitude and phase on the basis of an input signal and an output signal of the directivity forming section 16.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.04.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3370621

[Date of registration] 15.11.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-252734

(P2000-252734A)

(43)公開日 平成12年9月14日(2000.9.14)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード*(参考)

H 0 1 Q 3/24

H 0 1 Q 3/24

5 J 0 2 1

H 0 4 B 7/08

H 0 4 B 7/08

D 5 K 0 5 9

7/10

7/10

A

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平11-55652

(22)出願日 平成11年3月3日(1999.3.3)

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72)発明者 長 敬三

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(72)発明者 西森 健太郎

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(74)代理人 100072718

弁理士 古谷 史旺

最終頁に続く

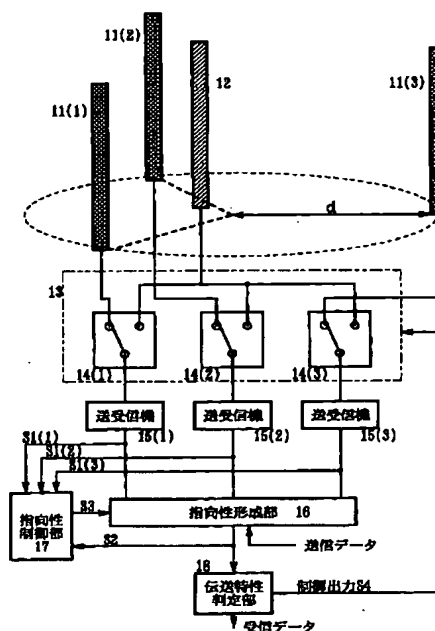
(54)【発明の名称】 移動通信用基地局アンテナ装置

(57)【要約】

【課題】 本発明は、マルチパス障害によるフェージングの影響を緩和するとともに、干渉波の影響を抑制ししかも所望波に対する指向性利得が低下するのを防止可能な移動通信用基地局アンテナ装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 複数の通信手段15とそれらの各々と接続可能に構成されブランチ数と同数の複数のアンテナ素子を備える第1組のアンテナ11と、第1組のアンテナ11のアンテナ素子の周辺に配置された少なくとも1つのアンテナ素子で構成される第2組のアンテナ12と複数の通信手段15の1つ以上のブランチについて第1組のアンテナ11の素子と第2組のアンテナ12の素子とを選択的に切り替えるスイッチ手段13と、振幅及び位相の重み付けを行ってから信号を合成しアンテナのアレー指向性を形成する指向性形成部16と指向性形成部16の入力信号と出力信号とに基づいて振幅及び位相の重みを計算する指向性制御部17とを設けた。

第1の実施の形態のアンテナ装置の構成



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 それぞれが少なくとも受信機能を有する複数の通信手段と、
前記複数の通信手段のそれぞれと接続可能に構成され、
前記通信手段のブランチ数と同数の複数のアンテナ素子を備え、前記複数のアンテナ素子が互いに異なる位置に所定の位置関係で配置された第 1 組のアンテナと、
前記第 1 組のアンテナのアンテナ素子の周辺に配置された少なくとも 1 つのアンテナ素子で構成される第 2 組のアンテナと、
前記複数の通信手段の少なくとも 1 つのブランチについて、前記第 1 組のアンテナのアンテナ素子と前記第 2 組のアンテナのアンテナ素子とを選択的に切り替えるスイッチ手段と、
前記複数の通信手段のそれぞれに接続される各アンテナ素子からの信号について振幅及び位相の重み付けを行ってから合成しアンテナのアレー指向性を形成する指向性形成部と、
前記指向性形成部の入力信号と出力信号とに基づいて、前記指向性形成部の各ブランチの信号に対する振幅及び位相の重みを計算する指向性制御部とを設けたことを特徴とする移動通信用基地局アンテナ装置。

【請求項 2】 請求項 1 の移動通信用基地局アンテナ装置において、前記指向性形成部が出力する合成された受信信号に基づいて前記スイッチ手段の状態を自動的に切り替える自動切り替え手段をさらに設けたことを特徴とする移動通信用基地局アンテナ装置。

【請求項 3】 請求項 2 の移動通信用基地局アンテナ装置において、前記自動切り替え手段が、合成された受信信号におけるデータの誤り率を調べて前記スイッチ手段の状態を自動的に切り替えることを特徴とする移動通信用基地局アンテナ装置。

【請求項 4】 請求項 1 の移動通信用基地局アンテナ装置において、3 以上のアンテナ素子を所定の円周上に均等に配置して前記第 1 組のアンテナを構成し、前記第 2 組のアンテナのアンテナ素子を前記円周の内側に配置したことを特徴とする移動通信用基地局アンテナ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、移動通信用基地局アンテナ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 移動通信においては、移動局（端末局）や無線基地局から放射された電波がその周辺の建物などで反射したり散乱するため、様々な経路を通った電波が受信側の無線局に到達する。すなわち、移動通信における電波はマルチパス障害を受けることになり、通信経路の変化や複数経路を通った電波の干渉によってフェージングが発生する。

【0003】 従って、端末局の位置の違いに応じて、端

末局や無線基地局における受信信号強度が大きく変動する。そして、受信強度が低い時には伝送品質が著しく劣化する。このようなフェージングを克服するために有効な方法として、ダイバーシチ受信が知られている。ダイバーシチ受信においては、一般に複数のアンテナを互いに異なる位置に配置して、複数のアンテナのうち受信レベルの大きな信号が得られるアンテナを常に変更して受信する。

【0004】 ダイバーシチ受信を行う際には、選択可能な複数のアンテナのそれぞれ（各ブランチ）の位置で受信される複数の信号間の相関が重要な意味を持つ。ブランチ間の受信信号の相関が大きい場合、あるブランチにおける信号強度が低下すると、他のブランチにおける信号強度も低下してしまうため、ブランチを切替えても改善効果がほとんど得られない。

【0005】 しかし、ブランチ間の相関がない場合、あるいは相関が小さい場合には、あるブランチにおける受信強度が低下しても、他のブランチの受信強度が低下しては限らないため、ブランチを切替えたときに大きな受信信号強度の改善効果が得られる可能性がある。

【0006】 受信信号のブランチ間の相関は、複数のアンテナの間隔に依存している。特に、ダイバーシチ受信を無線基地局に採用する場合には、複数のアンテナの間隔を数波長程度離す必要があることが報告されている

（たとえば William C. Y. Lee 著、"Mobile Communication Design Fundamentals Second Edition", Section 6.2, John Wiley & Sons, Inc.）。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 一方、近年の移動通信の普及に伴って沢山のユーザが同時に移動通信を利用する機会が増えたため、他のユーザからの電波により通話ができなくなったり、通話品質が劣化するいわゆる同一チャネル間干渉が大きな問題になっている。この同一チャネル間干渉を低減し、限られた周波数資源を有効に利用する方法として、アダプティブアンテナが注目されている。

【0008】 アダプティブアンテナは、環境に応じてアンテナの指向性のヌルを不要な電波の方向に向けることにより、不要な電波の干渉を抑制することができる。具体的には、アダプティブアンテナは生成した指向性で受信した信号と既知信号との誤差が最小になるようにアンテナの指向性を決定することにより、受信信号に含まれる不要信号成分を低減することができる。このため、アダプティブアンテナについては、特に無線基地局への導入の検討が多くなされている。

【0009】 ところで、所望波に対してダイバーシチ受信を行う場合には、受信信号のブランチ間の相関を下げるために複数のアンテナ素子の間隔を大きくする必要があり、しかし、複数のアンテナ素子の間隔を大きくすると、アレー指向性の原理により、グレーティングローブ

(回折格子によって生じる大きな放射)が生じる。つまり、アンテナ全体の放射パターンにはメインローブ以外に複数の大きな放射が現れるため、たとえば図7に示すように複雑な形状の放射パターンになる。図7に示す例は、3素子の円形配列アダプティブアレーアンテナを利用する無線基地局に対し、所望波となるユーザ#1からの電波が180度方向から到来し、干渉波となるユーザ#2からの電波が59度方向から到来する場合に、アンテナにアダプティブ処理を施してユーザ#1からの電波を捕捉し、ユーザ#2からの電波を抑圧するように指向性を形成した場合の水平面内指向特性を示している。また、円形に配置された3素子のアンテナの半径は2波長に定めた。

【0010】図7の例では、多数生じたグレーティングローブの影響によって、干渉波の到来方向(ユーザ#2の方向)に指向性のヌルを向けた結果、所望波の到来方向(ユーザ#1の方向)の指向性利得も低下している。このような状況では所望の伝送特性は得られない。本発明は、マルチパス障害によるフェージングの影響を緩和するとともに、干渉波の影響を抑制ししかも所望波に対する指向性利得が低下するのを防止可能な移動通信用基地局アンテナ装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1の移動通信用基地局アンテナ装置は、それぞれが少なくとも受信機能を有する複数の通信手段と、前記複数の通信手段のそれぞれと接続可能に構成され、前記通信手段のブランチ数と同数の複数のアンテナ素子を備え、前記複数のアンテナ素子が互いに異なる位置に所定の位置関係で配置された第1組のアンテナと、前記第1組のアンテナのアンテナ素子の周辺に配置された少なくとも1つのアンテナ素子で構成される第2組のアンテナと、前記複数の通信手段の少なくとも1つのブランチについて、前記第1組のアンテナのアンテナ素子と前記第2組のアンテナのアンテナ素子とを選択的に切り替えるスイッチ手段と、前記複数の通信手段のそれぞれに接続される各アンテナ素子からの信号について振幅及び位相の重み付けを行ってから合成しアンテナのアレー指向性を形成する指向性形成部と、前記指向性形成部の入力信号と出力信号とに基づいて、前記指向性形成部の各ブランチの信号に対する振幅及び位相の重みを計算する指向性制御部とを設けたことを特徴とする。

【0012】第1組のアンテナを構成する複数のアンテナ素子の間隔を数波長程度に大きくすれば、効果的なダイバーシチ受信を行って望ましい結果を得られる。しかし、複数のアンテナ素子の間隔が大きいため、第1組のアンテナだけを用いて指向性形成部の重み付けにより指向性の適応制御を行い、干渉波の方向に指向性のヌルを向けようすると、図7に示すようにグレーティングローブの影響によって所望波の方向に対するアンテナ利得

も低下する可能性がある。

【0013】請求項1の発明においては、スイッチ手段を切り替えることによって、第1組のアンテナのアンテナ素子と第2組のアンテナのアンテナ素子とを選択的に切り替えることができる。第2組のアンテナのアンテナ素子は、第1組のアンテナのアンテナ素子の周辺に配置されているので、複数の通信手段の少なくとも1つのブランチに接続するアンテナ素子を第1組のアンテナから第2組のアンテナに切り替えることによって、使用するアンテナ素子間の間隔が変わり、アンテナ全体の指向特性に現れるグレーティングローブが減る。

【0014】たとえば、第1組のアンテナだけを用いて図7に示すような指向特性になった場合には、そのままでは所望波と干渉波との区別が困難であるが、1つのアンテナ素子を第2組のアンテナに切り替えれば、使用する複数のアンテナ素子の間隔の変化によって所望波の方向に対するアンテナ利得が改善されるので、所望波と干渉波との区別が可能になる。

【0015】なお、第2組のアンテナのアンテナ素子を第1組のアンテナの最も外側のアンテナ素子よりも内側に配置すれば、第1組のアンテナだけを設ける場合と同じ大きさのレドームの中に第2組のアンテナもそのまま収納することができる。請求項2は、請求項1の移動通信用基地局アンテナ装置において、前記指向性形成部が出力する合成された受信信号に基づいて前記スイッチ手段の状態を自動的に切り替える自動切り替え手段をさらに設けたことを特徴とする。

【0016】請求項2においては、自動切り替え手段がスイッチ手段を自動的に切り替えるので、手で切り替えを行うことなく常に好ましい指向特性が得られる。つまり、所望波と干渉波との区別が困難な場合には、その区別が容易になるように受信信号に基づいて指向特性が自動的に変更される。請求項3は、請求項2の移動通信用基地局アンテナ装置において、前記自動切り替え手段が、合成された受信信号におけるデータの誤り率を調べて前記スイッチ手段の状態を自動的に切り替えることを特徴とする。

【0017】2つの到来波間の空間相関は、それらの到来方向が互いに直交する場合に最小(0)になり、到来方向が同一である場合に最大(1)になる。空間相関が1の場合には、出力の干渉信号抑圧度(SINR)が低く、2つの到来波の区別は困難である。空間相関が0に近づくに従って、干渉信号抑圧度が高くなり、データの誤り率が低下するので2つの到来波の区別は容易になる。つまり、合成された受信信号のデータ誤り率を調べることによって、複数の到来波の分離が可能か否かを識別できる。この識別を自動切り替え手段が行う。

【0018】請求項4は、請求項1の移動通信用基地局アンテナ装置において、3以上のアンテナ素子を所定の円周上に均等に配置して前記第1組のアンテナを構成

し、前記第2組のアンテナのアンテナ素子を前記円周の内側に配置したことを特徴とする。請求項4においては、第1組のアンテナを円形配列アダプティブアレーアンテナとして構成できる。このアンテナを用いることにより、様々な方向に指向性のヌルを向けることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】（第1の実施の形態）本発明の移動通信用基地局アンテナ装置の1つの実施の形態について、図1、図3～図6及び図8を参照して説明する。この形態は全ての請求項に対応する。図1はこの形態のアンテナ装置の構成を示すブロック図である。図3は指向性制御系の構成を示すブロック図である。図4はこの形態のアンテナの水平面内放射パターンの例を示すグラフである。図5は2つの到来波の空間相関と出力SINRとの関係を示すグラフである。図6は切り替え可能素子数と2つの到来波の平均空間相関との関係を示すグラフである。図8はアンテナ素子の配置例を示す平面図である。

【0020】この形態では、請求項1の通信手段、スイッチ手段、指向性形成部及び指向性制御部はそれぞれ送受信機15、スイッチ部13、指向性形成部16及び指向性制御部17に対応し、請求項1の第1組のアンテナは主アンテナ素子11(1)、11(2)、11(3)に対応し、第2組のアンテナは付加アンテナ素子12に対応する。また、請求項2の自動切り替え手段は伝送特性判定部18に対応する。

【0021】図1に示すアンテナ装置は、移動通信用基地局のアンテナとして利用される。図1を参照すると、このアンテナ装置は主アンテナ素子11、付加アンテナ素子12、スイッチ部13、送受信機15、指向性形成部16、指向性制御部17及び伝送特性判定部18を備えている。また、このアンテナ装置には3つの主アンテナ素子11(1)、11(2)、11(3)と、3つの送受信機15(1)、15(2)、15(3)とが備わっている。3つの主アンテナ素子11(1)、11(2)、11(3)は、この例では半径dが2波長の円周上に均等に配置されている。半径dを大きくしたのは、ダイバーシチ受信の効果を高めるためである。

【0022】また、図8に示すように、付加アンテナ素子12は主アンテナ素子11を配置した円の中心からX軸方向に0.5波長、Y軸方向に0.9波長それぞれずれた位置に配置してある。スイッチ部13には、3つの高周波スイッチ14(1)、14(2)、14(3)が備わっている。3つの主アンテナ素子11(1)、11(2)及び11(3)は、それぞれ高周波スイッチ14(1)、14(2)及び14(3)を介して3つの送受信機15(1)、15(2)及び15(3)と接続される。

【0023】高周波スイッチ14(1)、14(2)、14(3)を切り替えることによって、付加アンテナ素子12

を3つの送受信機15(1)、15(2)及び15(3)のいずれか1つと接続することができる。付加アンテナ素子12が接続された送受信機15については、主アンテナ素子11は切り離される。付加アンテナ素子12を選択した1つの高周波スイッチ14以外の高周波スイッチ14は、主アンテナ素子11を選択する。

【0024】従って、3つの高周波スイッチ14(1)、14(2)、14(3)の切り替えによって、3つの送受信機15(1)、15(2)、15(3)にそれぞれ主アンテナ素子11(1)、11(2)、11(3)が接続された状態と、送受信機15(1)に付加アンテナ素子12が接続されて送受信機15(2)、15(3)に主アンテナ素子11(2)、11(3)が接続された状態と、送受信機15(2)に付加アンテナ素子12が接続されて送受信機15(1)、15(3)に主アンテナ素子11(1)、11(3)が接続された状態と、送受信機15(3)に付加アンテナ素子12が接続されて送受信機15(1)、15(2)に主アンテナ素子11(1)、11(2)が接続された状態との4種類の状態の切り替えが可能になっている。

【0025】また、3つの高周波スイッチ14(1)、14(2)、14(3)は電氣的な制御によって切り替え可能になっている。つまり、伝送特性判定部18からの制御出力S4によって高周波スイッチ14(1)、14(2)、14(3)の状態が決定される。送受信機15は、受信信号および送信信号の周波数変換や増幅等を行う。指向性形成部16は、3つの送受信機15(1)、15(2)、15(3)のそれぞれを通る3系統の信号の振幅及び位相の調整によって、アンテナの指向性を形成する。

【0026】指向性制御部17は、指向性形成部16に入力される信号S1(1)、S1(2)、S1(3)と出力の信号S2とに基づいて指向性形成部16の指向性を制御するための重み信号S3を生成しそれを指向性形成部16に与える。すなわち、指向性制御部17はアダプティブ処理を施す。伝送特性判定部18は、指向性形成部16から出力される受信信号（受信データ）に基づいて信号の伝送特性を識別する。そして、識別結果に応じて制御出力S4を制御する。

【0027】図1のアンテナ装置における指向性制御系は、図3のように構成されている。なお、図3においては受信系だけを示してあるが、受信系と送信系の指向性は同一でよいので、受信系で生成した重み信号S3をそのまま送信系の指向性形成部16に印加すればよい。以下、図3を参照して説明する。A/D変換部15bから出力される3系統の受信信号は、それぞれ振幅位相可変部57、58及び59で振幅及び位相を調整された後、信号合成部60に印加される。信号合成部54、55及び56の各々の振幅及び位相の調整量は、LMS制御部50により制御される。

【0028】信号合成部60は、振幅位相可変部57が出力する信号、振幅位相可変部58が出力する信号及び

振幅位相可変部 59 が出力する信号を合成して出力する。LMS 制御部 50 は、信号合成部 60 が出力する合成信号と、既知信号発生部 113 が出力する既知信号との差を最小にするのに必要な振幅及び位相値（重み信号 S3）を、LMS（Least Mean Square）法などの適応アルゴリズムを用いて振幅位相可変部 57, 58, 59 の重み（振幅と位相値）を調整しながら探索する。

【0029】LMS 制御部 50 によって求められた振幅及び位相値（振幅と位相値）を重み信号 S3 として振幅位相可変部 17, 18 に与えることにより、干渉波の影響が最小になるようにアンテナの指向特性を調整して送受信できる。具体的に説明すると、LMS 制御部 50 は次のように動作する。

(1) 各系統の A/D 変換部 15b からの受信信号（ x_1 , x_2 , x_3 とする）のベクトル x を指向性制御部 17 に入力する。

【0030】(2) 振幅位相可変部 57, 58, 59 に与える重み（ w_1 , w_2 , w_3 とする）として、ある初期値を代入しておく。たとえば、1 系統の重み w_1 を 1 とし、他の系統の重み w_2 , w_3 を 0 とする（1 本のアンテナだけで受信しているのと等価）。

【0031】(3) 重みベクトル w の共役転置ベクトル w^H を入力信号ベクトル x にかけて算して出力信号 y を得る（各ブランチの受信信号 x_1 , x_2 , x_3 に重み w_1^* , w_2^* , w_3^* をそれぞれかけて合成することと等価）。すなわち、次式の計算を行う。

$$y = w^H x$$

(4) 既知信号発生部 113 が出力する既知の参照信号 S_d と前期出力信号 y との誤差 e を求める。すなわち、次式の計算を行う。

$$【0032】e = S_d - y$$

(5) 次式を用いて重みベクトル w を計算する。

$$w_{next} = w_{current} + \mu x e^*$$

w_{next} : 計算後の重みベクトル

$w_{current}$: 計算前の重みベクトル

μ : ステップ係数と呼ばれる係数（1 より小さい値に定められる）

e^* : 誤差 e の共役

(6) 上記 (3) ~ (5) の処理を繰り返す。これによって、重みベクトル w はある値に収束し、所望の指向性が得られる。つまり、所望波（参照信号 S_d ）と相関の高い信号を取り込み、相関の低い干渉波信号を抑圧するように動作する。

【0033】ところで、図 1 に示すように複数の主アンテナ素子 11 の間隔が大きい場合には、アダプティブ制御を実施すると指向特性にグレーティングローブが現れるため、たとえば図 7 に示すように所望波の方向に対するアンテナ利得も低下する可能性がある。発生するグレーティングローブの方向は、使用する各主アンテナ素子 11 (1), 11 (2), 11 (3) の位置関係によって定ま

る。そのため、図 1 のアンテナ装置においてはスイッチ部 13 の切り替えによってアンテナ全体の指向特性を変更することができる。

【0034】たとえば、3 つの主アンテナ素子 11 (1), 11 (2), 11 (3) をそれぞれ送受信機 15 (1), 15 (2), 15 (3) に接続すると、図 7 に示すような指向特性になるが、主アンテナ素子 11 (2) のかわりに、付加アンテナ素子 12 を接続して、2 つの主アンテナ素子 11 (1), 11 (3) と付加アンテナ素子 12 とで 3 素子のアダプティブアンテナアレーを構成すると、図 4 に示すような指向特性が得られる。この指向特性を利用すれば、所望波と干渉波とを分離できる。

【0035】図 4 の例は、図 8 に示すような位置関係で各アンテナ素子を配置した場合に、2 ユーザ #1, #2 がこの基地局に図 4 に示す 2 方向からアクセスする場合を想定し、アダプティブ処理を施した後の指向特性を計算した結果を示している。付加アンテナ素子 12 の切り替えを行わない場合には、図 7 に示すように所望波と干渉波との両方に対して指向性のヌルが向いてしまう可能性があるが、図 1 に示すアンテナ装置を用いる場合には、図 4 に示すように、所望波の方向と指向性にヌルが形成される方向とが異なるように指向性を制御することができる。

【0036】従って、アンテナのグレーティングローブによって複数ユーザ間の分離特性が劣化した場合には、スイッチ部 13 の切り替えによって複数ユーザの信号の分離特性を改善でき、複数ユーザに同一の周波数を割り当てることが可能になる。図 1 のアンテナ装置のような 3 素子の円形配列アダプティブアンテナアレーを用いた基地局に 2 波が到来する場合、2 つの到来波間の空間相関とアダプティブ処理後の出力 S I N R（干渉信号抑圧度）との関係は図 5 に示すようになる。なお、空間相関が 0 の場合は 2 つの到来波が互いに直交する方向から到来することを意味し、空間相関が 1 の場合は 2 つの到来波が同一方向から到来することを意味する。

【0037】図 5 を参照すると、空間相関が 1 の場合は出力 S I N R が非常に悪く 2 波の区別ができないことがわかる。また、空間相関が 0 の場合には出力 S I N R が十分に大きいので 2 波を区別できることがわかる。つまり、空間相関が大きくなるに従って 2 波の区別がより困難になり、空間相関が小さくなるに従って 2 波の区別が容易になる。空間相関と出力 S I N R との間には図 5 に示すような関係があるため、2 つの到来波の空間相関を知ることにより、2 つの到来波の電波を区別できるかどうかの判定も可能である。

【0038】図 1 に示すアンテナ装置においては、伝送特性判定部 18 は指向性形成部 16 が合成した受信信号におけるデータの誤り率などを調べることによって伝送特性を判定する。そして、誤り率がもっとも小さくなるアンテナの構成を選択するように、伝送特性判定部 18

はスイッチ部 13 を自動的に制御する。従って、複数の到来波の間の分離特性が悪い場合には、それが改善されるように送受信機 15 (1), 15 (2), 15 (3) のいずれかに付加アンテナ素子 12 が接続され、アンテナ全体の指向特性が切り替わるので分離特性が改善される。

【0039】なお、空間相関と出力 SINR との間には図 5 に示すような関係があるので、分離特性の良否を複数の到来波の空間相関の値で評価することも可能である。

(第 2 の実施の形態) 本発明の移動通信用基地局アンテナ装置のもう 1 つの実施の形態について、図 2 を参照して説明する。この形態は、第 1 の実施の形態の変形例であり、以下に説明する部分以外は第 1 の実施の形態と同一である。図 2 において、図 1 と同一の要素は同一の符号を付けて示してある。

【0040】この形態では、送受信機 15 の代わりに受信機 25 を用いてある。つまり、この形態では送信機能が省略されている。また、主アンテナ素子 11 (1) 及び 11 (3) はそれぞれ受信機 25 (1) 及び 25 (3) と直接接続され、主アンテナ素子 11 (2) は高周波スイッチ 24 を介して受信機 25 (2) と接続されている。伝送特性判定部 18 の制御出力 S4 は、高周波スイッチ 24 に印加されている。

【0041】つまり、この例では、高周波スイッチ 24 を切り替えることによって、1 つの受信機 25 (2) についてのみ主アンテナ素子 11 (2) と付加アンテナ素子 12 との切り替えが可能になっている。

【0042】図 6 に示すグラフは、切り替え可能素子数が 0 の場合 (従来と同じ)、切り替え可能素子数が 1 の場合 (図 2 の構成に相当)、切り替え可能素子数が 2 の場合、切り替え可能素子数が 3 の場合 (図 1 の構成に相当) のそれぞれについて、3 素子円形配列アダプティブアンテナアレーに 2 波が様々な方向から到来する場合のそれらの空間相関の平均値を求めた結果を示している。なお、付加アンテナ素子 12 を配置する位置については、切り替えられる素子数毎に空間相関の平均値が最小になる位置に配置する場合を想定している。

【0043】図 6 を参照すると、3 つの主アンテナ素子 11 のうちの 1 素子だけを付加アンテナ素子 12 に切り替え可能にする場合であっても、空間相関の平均値は 0.15 程度下がることがわかる。また、切り替え可能素子数が 1 素子の場合と 2 素子以上の場合とでは、空間相関の下げ幅が 0.02 程度の違いにとどまることがわかる。つまり、図 2 に示すように、3 つの主アンテナ素子 11 のうちの 1 素子だけを付加アンテナ素子 12 に切り替え可能にする構成であっても、十分な改善効果が得られることがわかる。

【0044】なお、上記各実施の形態では、第 2 組のアンテナとして単一の付加アンテナ素子 12 をもうける場合を説明したが、切り替え可能な複数の付加アンテナ素

子 12 をもうけてもよい。また、主アンテナ素子 11 の素子数は 2 素子でもよいし、4 素子以上でもかまわない。

【0045】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、マルチパス障害によるフェージングの影響を緩和するために第 1 組のアンテナのアンテナ素子間の間隔を大きくした場合に干渉波を抑制するためのアダプティブ処理を行っても、アンテナ素子の切り替えによってグレーティングローブの発生する方向を変更し、所望波の方向の指向性利得が低下するのを防止できる。

【0046】従って、送信部や受信部を増設することなく、複数ユーザに同一周波数を割り当てて空間分割多重アクセス方式の利用効率を改善でき、移動通信用基地局アンテナ装置としてきわめて効果的である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 の実施の形態のアンテナ装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】第 2 の実施の形態のアンテナ装置の構成を示すブロック図である。

【図 3】指向性制御系の構成を示すブロック図である。

【図 4】第 1 の実施の形態のアンテナの水平面内放射パターンの例を示すグラフである。

【図 5】2 つの到来波の空間相関と出力 SINR との関係を示すグラフである。

【図 6】切り替え可能素子数と 2 つの到来波の平均空間相関との関係を示すグラフである。

【図 7】アンテナの水平面内指向特性の例を示すグラフである。

【図 8】アンテナ素子の配置例を示す平面図である。

【符号の説明】

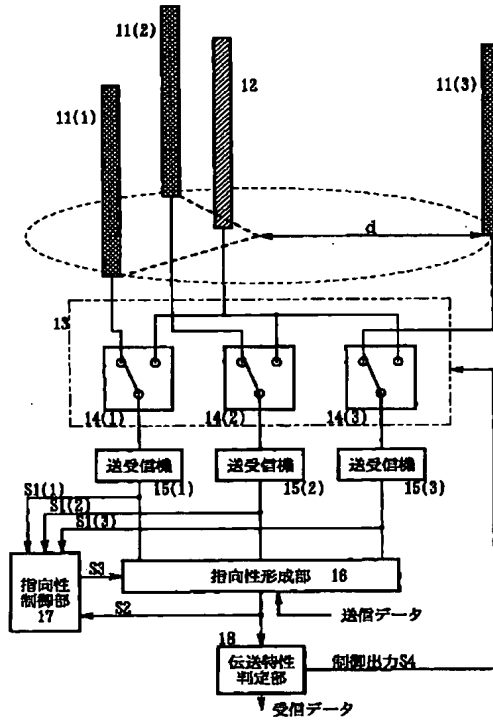
- 11 主アンテナ素子
- 12 付加アンテナ素子
- 13 スwitch部
- 14 高周波スイッチ
- 15 送受信機
- 15a 受信部
- 15b A/D変換部
- 16 指向性形成部
- 16a 振幅位相可変部
- 16b 加算部
- 17 指向性制御部
- 18 伝送特性判定部
- 24 高周波スイッチ
- 25 受信機
- 30 フィルタ
- 50 LMS制御部
- 54, 55, 56, 60 信号合成部
- 57, 58, 59 振幅位相可変部
- 113 既知信号発生部

d 半径

11

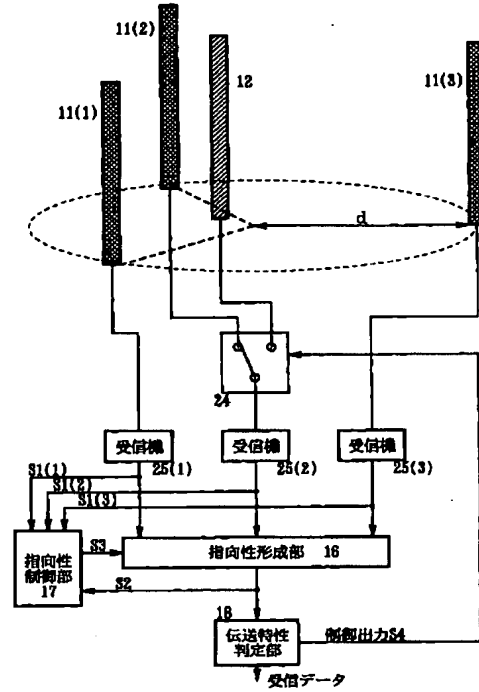
【図 1】

第 1 の実施の形態のアンテナ装置の構成



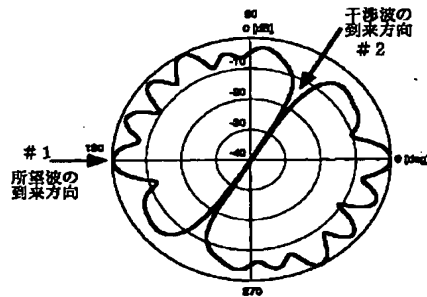
【図 2】

第 2 の実施の形態のアンテナ装置の構成



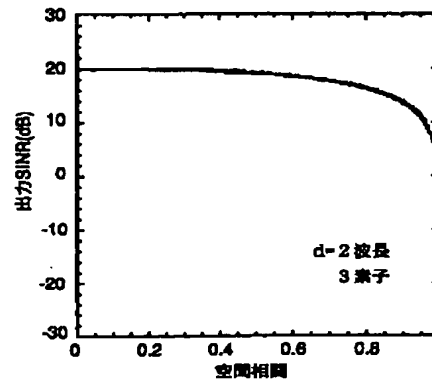
【図 4】

第 1 の実施の形態のアンテナの水平面内放射パターン例

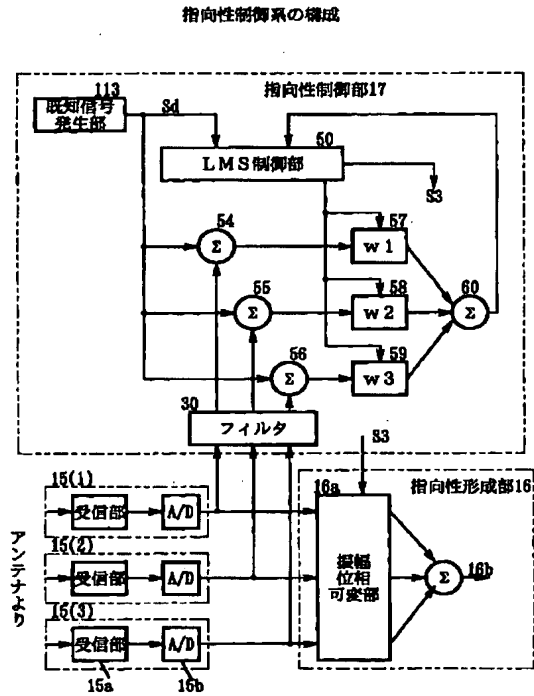


【図 5】

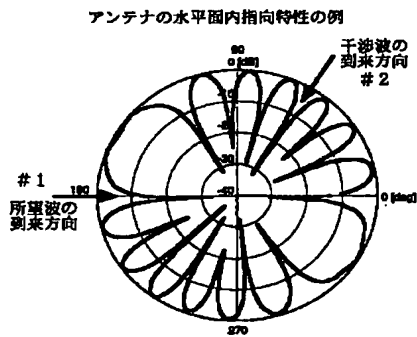
2つの到来波の空間相関と出力SINRとの関係



【図 3】

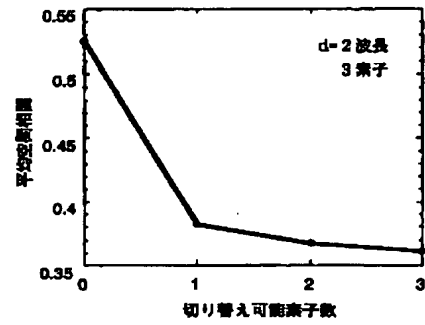


【図 7】

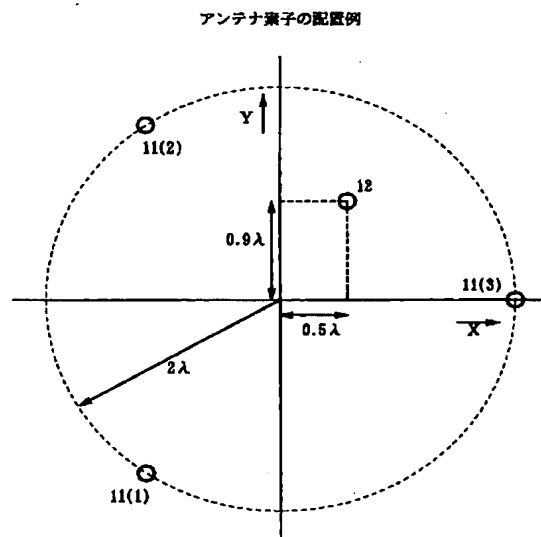


【図 6】

切り替え可能素子数と2つの到来波の平均空間相関との関係



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 鷹取 泰司
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内
(72)発明者 堀 俊和
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

Fターム(参考) 5J021 AA04 AA08 CA06 DB02 DB03
FA13 FA14 FA17 FA23 FA26
FA31 FA32 GA05 GA08 HA05
HA06
5K059 CC03 CC04 DD05 DD27 DD37